



PCT

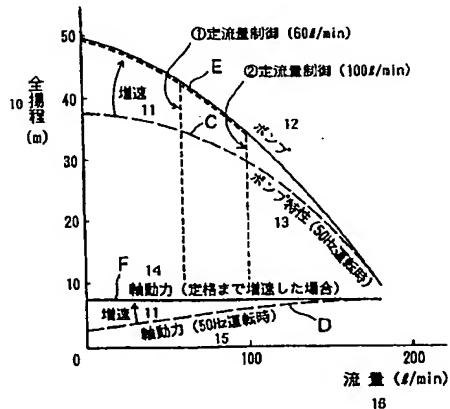
特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 F04D 15/00	A1	(11) 国際公開番号 WO99/45276
		(43) 国際公開日 1999年9月10日(10.09.99)

(21) 国際出願番号 PCT/JP99/00943	(74) 代理人 弁理士 渡邊 勇, 外(WATANABE, Isamu et al.) 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目5番8号 GOWA西新宿4階 Tokyo, (JP)
(22) 国際出願日 1999年2月26日(26.02.99)	
(30) 優先権データ 特願平10/71369 特願平10/73254	JP
1998年3月5日(05.03.98) 1998年3月6日(06.03.98)	JP
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 萩原製作所(EBARA CORPORATION)[JP/JP] 〒144-8510 東京都大田区羽田旭町11番1号 Tokyo, (JP)	
(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 山本雅和(YAMAMOTO, Masakazu)[JP/JP] 三宅良男(MIYAKE, Yoshio)[JP/JP] 川畠潤也(KAWABATA, Junya)[JP/JP] 上井圭太(UWAI, Keita)[JP/JP] 宮崎義晶(MIYAZAKI, Yoshiaki)[JP/JP] 飯島克自(IIJIMA, Katsuji)[JP/JP] 小林 真(KOBAYASHI, Makoto)[JP/JP] 〒144-8510 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 萩原製作所内 Tokyo, (JP)	

## (54) Title: VARIABLE SPEED CONTROL FLUID MACHINERY UNIT

(54) 発明の名称 可变速制御流体機械ユニット



- ① ... CONSTANT FLOW RATE CONTROL (60 l/min)
- ② ... CONSTANT FLOW RATE CONTROL (100 l/min)
- 10 ... TOTAL PUMP HEAD
- 11 ... SPEED INCREASING
- 12 ... PUMP
- 13 ... PUMP CHARACTERISTIC (OPERATION AT 50 Hz)
- 14 ... SHAFT POWER (WHEN SPEED IS INCREASED TO RATING)
- 15 ... SHAFT POWER (OPERATION AT 50 Hz)
- 16 ... FLOW RATE (l/min)

## (57) Abstract

A fluid machinery unit capable of performing a flow control represented by a constant flow control or performing a pressure control such as a constant delivery pressure control or a constant estimated terminal pressure control, comprising a fluid machinery represented by a pump having a shaft power characteristic that an allowance for shaft power is provided on a small flow rate side or a large flow rate side, a driving machine which drives the fluid machinery, and a control device or a control mechanism which controls the rotating speed of the driving machine, wherein, in those areas where an allowance for shaft power is provided, flow control or pressure control is performed assuming that the fluid machinery is rotated in speed increasing mode.

(57)要約

本発明は流量一定制御などに代表される流量制御、又は吐出圧一定制御もしくは推定末端圧一定制御のように圧力制御を行うことができる流体機械ユニットである。同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプに代表される流体機械と、流体機械を駆動する駆動機と、駆動機の回転数を制御する制御装置又は制御機構とを備えた流体機械ユニットにおいて、軸動力に余裕がある領域では、流体機械を增速回転させることを前提にして、流量制御又は圧力制御を行う。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SL シエラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SZ スワジ蘭
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	TD チャード
BF ブルガリア・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BR ブラジル	GW ギニア・ビサオ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	共和国	TR トルコ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TT トリニダッド・トバゴ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	NE ニジェール	VN ヴィエトナム
CN 中国	IS アイスランド	NL オランダ	YU ユーゴースラビア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NO ノルウェー	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NZ ニュー・ジーランド	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	PL ポーランド	
CZ チェコ	KG キルギスタン	PT ポルトガル	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	RO ルーマニア	
DK デンマーク	KR 韓国	RU ロシア	

## 明細書

## 可変速制御流体機械ユニット

## 技術分野

本発明は、可変速制御流体機械ユニットに係り、特に流量一定制御などに代表される流量制御を行うことができる可变速流体機械ユニット、及びポンプの吐出圧一定制御もしくは推定末端圧一定制御のように圧力制御を行うことができる流体機械ユニットに関する。

## 背景技術

ポンプを可变速運転し、流量制御を行う技術は公知である。例えば、暖房用の温水循環ポンプなどでは、時々刻々と必要流量が変化するため、例えば暖めるべき部屋の室温を検知してポンプの回転数を制御するような方法が知られている。

また、循環ポンプの流量を配管側の圧力損失変動（経年変化）に拘わらず一定に保つような制御方法も知られている。例えば、電磁流量計からの信号を検知・処理し、周波数変換器の出力周波数を調整することで、モータポンプの流量を一定に保つ方法である。そしてこれらの技術は熱源機とポンプと制御盤などを共通ベース上に配置した熱源ユニットに多く用いられている。

これらの熱源ユニットで最近求められているニーズとして下記の2点がある。

- ① ビルの高層化などに伴い、より高揚程（高圧力）の装置であること。

② 省スペースの観点から、より小型な装置であること。

しかしながら、高揚程を得るためにには、一般に多段ポンプが使用されるが、高揚程になればなるほど、羽根車段数が増加してポンプが大きくなってしまい、結果として装置が大きくなってしまうという問題点があった。

一方、給水設備では配管末端における使用者側において所要の圧力、流量を得たい要請があり、使用流量は変動するが所要の圧力を保持する必要がある。そして使用水量の変動に対しては変速モータにより駆動したターボポンプの回転速度を変化させることによって対応していた。このような場合には吐出し圧力一定或いは推定末端圧力一定等の圧力制御を行っている。

ポンプを可変速運転し、給水量に拘わらず、吐出し圧力一定もしくは配管末端圧力を一定に保つ技術は、例えば、特公平6-12116号等の特許公報にて広く知られている。そして、これらの技術は、ポンプと圧力タンクと制御盤などを共通ベース上に配置した給水装置に多く用いられている。

これらの給水装置で最近求められているニーズとして、上記熱源ユニットと同様に、下記の2点がある。

① ビルの高層化などに伴い、より高揚程（高圧力）の装置であること。

② 省スペースの観点から、より小型な装置であること。

しかしながら、高揚程を得るためにには、一般に多段ポンプが使用されるが、高揚程になればなるほど、羽根車段数が増加してポンプが大きくなってしまい、装置が大きくなってしまうという問題点があった。

## 発明の開示

本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、装置を大きくすることなく、高揚程範囲まで流量制御（特に流量一定制御）を行える流体機械ユニットを提供することを第1の目的とする。

また本発明は、上記従来技術の問題点に鑑み、装置を大きくすることなく、高揚程の圧力制御を行える流体機械ユニットを提供することを第2の目的とする。

上記の第1の目的を達成するため、本発明の第1の態様は、同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプに代表される流体機械と、流体機械を駆動する駆動機と、駆動機の回転数を制御する制御装置又は制御機構とを備えた流体機械ユニットにおいて、軸動力に余裕がある領域では、流体機械を増速回転させることを前提にして、流量一定制御などに代表される流量制御を行うことを特徴とするものである。

本発明の1態様は、同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプと、ポンプを駆動する電動機と、電動機の回転数を制御する周波数変換器とを備えたポンプユニットにおいて、軸動力に余裕がある領域では、ポンプを増速回転させることを前提にして、流量一定制御などに代表される流量制御を行うことを特徴とするものである。

本発明の他の態様は、同一回転数の下では、流量が増加するに従って軸動力が増加する流体機械と、流体機械を駆動する電動機と、電動機の回転数を制御する周波数変換器と、周波数変換器に設けられた周波数及び電流値の検出手段と、周波数変換器に記憶された周波数と電流値の関係を規定するプログラムとを備えた流体機械ユニットにおいて、実際に

運転した場合の周波数及び電流値と、上記プログラムを比較し、流体機械の運転点を上記プログラムに近づけるように周波数変換器の発生周波数が変化するようにして、流体機械の運転圧力が変化しても流量が略同様となるようにし、かつ各流量設定値に対して、その流量を維持するためにより高い圧力が必要な場合には、あらかじめ規定した定格電流値を超えない範囲において定格周波数よりも高い周波数で電動機を駆動するようにしたことを特徴とするものである。

上述の第2の目的を達成するため、本発明の第2の態様は、同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプに代表される流体機械と、流体機械を駆動する駆動機と、駆動機の回転数を制御する制御装置又は制御機構を備えた流体機械ユニットにおいて、軸動力に余裕がある領域では、流体機械を増速回転させることを前提にして、吐出圧一定制御又は推定末端圧一定制御などに代表される圧力制御を行うものである。

また本発明の1態様は、同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプと、ポンプを駆動する電動機と、電動機の回転数を制御する周波数変換器を備えたポンプユニットにおいて、軸動力に余裕がある領域では、ポンプを増速回転させることを前提にして、吐出圧一定制御又は推定末端圧一定制御などに代表される圧力制御を行うものである。

#### 図面の簡単な説明

図1Aおよび図1Bは、本発明に係る可変速制御流体機械ユニットの第1の態様の基本概念を説明する説明図である。

図2は本発明を実施するために好適なポンプユニットを示す断面図で

ある。

図 3 A は流体機械の 1 例である渦巻ポンプの流量 (Q) と揚程 (H) との関係を示す図であり、流量計等を用いずに定流量制御を行う場合の説明図である。図 3 B は図 3 A の I (b) 部を拡大して示す図である。

図 4 は本発明における周波数変換器の回路図である。

図 5 A および図 5 B は、本発明に係る可变速制御流体機械ユニットの第 2 の態様の基本概念を説明する説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る可变速制御流体機械ユニットの第 1 の実施の形態を図面を参照して説明する。

図 1 A および図 1 B は本発明の基本概念を従来技術と対比して説明する説明図である。本実施形態においては、流量一定（定流量）制御を例に説明する。図 1 A は従来の流量一定制御を示す図であり、図 1 B は本発明の流量一定制御を示す図である。図 1 A および図 1 B において、横軸は流量 ( $l/min$ ) を示し、縦軸はポンプ吐出圧力（全揚程） (m) を示す。

図 1 A に示す従来の流量一定制御は、例えば、2 極の誘導電動機を使用した 50 Hz 定格のモータポンプと、インバータ（周波数変換器）から構成され、ポンプを定格周波数以下の減速側で運転することによって行われている。図 1 A において、曲線 A はポンプを定格周波数 (50 Hz) で運転した場合のポンプ特性を示し、曲線 B はポンプを定格周波数 (50 Hz) で運転した場合の軸動力を示す。

即ち、図 1 A において、例えば 60 l/min の定流量制御を行う場合、例えば電磁流量計によって実際の運転流量を検知し、運転流量が 60 l/mi

nより大きい場合には曲線A<sub>1</sub>およびA<sub>2</sub>に示すように、50Hzよりも、より低い周波数にして回転数を低下させる。また、運転流量が60l/mi<sup>2</sup>より小さい場合には、回転数を増加させるが、定格周波数である50Hzよりも高い周波数では運転しないように構成されていた。従って、配管圧力損失が極めて過大になった場合には、運転流量が減少してしまう。

これに対して本発明では、小流量時には軸動力に余裕がある分、增速運転することを前提に流量一定制御を行う。本件出願人は、既に特開平7-167085号において、小流量側でポンプを增速回転させることを提案している。簡単にその内容を説明すると、電動機の電流を検知して、その値が定格を超えない範囲でモータポンプを周波数変換器を用いて增速運転させる技術である。

本発明の1態様は、同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプと、ポンプを駆動する電動機と、電動機の回転数を制御する周波数変換器とを備えたポンプユニットにおいて、軸動力に余裕がある領域ではポンプを增速回転させることを前提にして、流量一定制御などに代表される流量制御を行うものである。

図1Bにおいて、曲線Cはポンプを周波数：50Hzで運転した場合のポンプ特性を示し、曲線Dはポンプを周波数：50Hzで運転した場合の軸動力を示す。また曲線Eはポンプを周波数：50Hzより高い周波数で運転し、增速運転した場合のポンプ特性を示し、曲線Fはポンプを周波数：50Hzより高い周波数で運転し、增速運転した場合の軸動力を示す。

本発明においては、図1Bに示すように、インバータにより周波数を上げて、小水量側でポンプを增速運転し、曲線Cから曲線Eに近づけていく。この結果、図1Bに示すように、例えば周波数（50Hz）でのポン

ンプ特性よりも高い圧力領域まで定流量性を維持できる。即ち、本発明によれば、高揚程にするために羽根車段数を増加させる必要がなく、したがって装置を大きくすることなく、高揚程型の定流量制御を行うことが可能となる。また、経年変化（配管内にスケールが付着するなど）によって配管圧力損失が増加した場合でも、従来型に比べて、定流量性を高揚程域まで維持できる。

本発明の他の態様は、同一回転数の下では、流量が増加するに従って軸動力が増加する流体機械と、流体機械を駆動する電動機と、電動機の回転数を制御する周波数変換器と、周波数変換器に設けられた周波数及び電流値の検出手段と、周波数変換器に記憶された周波数と電流値の関係を規定するプログラムとを備えた流体機械ユニットにおいて、実際に運転した場合の周波数及び電流値と、上記プログラムを比較し、流体機械の運転点を上記プログラムに近づけるように周波数変換器の発生周波数が変化するようにして、流体機械の運転圧力が変化しても流量が略同一となるようにし、かつ各流量設定値に対して、その流量を維持するためにより高い圧力が必要な場合には、あらかじめ規定した定格電流値を超えない範囲において定格周波数よりも高い周波数で電動機を駆動するようにしたものである。

出願人は、特願平9-123560号において、電磁流量計や圧力センサを使用せずに、定流量性を付与したモータポンプについて出願済である。特願平9-123560号に提案の発明と本発明を組み合わせることで、より好適な制御を行うことができる。即ち、特別な流量計・センサを使用せずに、より高揚程で、より小型で、かつ高い定流量性を維持できる。

図3Aは流体機械の1例である渦巻ポンプの流量（Q）と揚程（H）

との関係を示す図であり、流量計等を用いずに定流量制御を行う場合の説明図である。図3Bは図3AのI(b)部を拡大して示す図である。図3Aにおいて、横軸は流量比、縦軸は揚程比を示す。本発明の渦巻ポンプを駆動するモータはインバータを具備している。そして、所要の流量を選択する複数のツマミ（選択手段）を具備している。この場合、所要の流量を予めいくつか定めておき、所要の流量について、インバータの周波数とモータの電流値との関係を試験によって求めておく。この周波数と電流値との関係は、関数の形でもよいし、テーブルの形でもよい。そして、この周波数と電流値との関係を予めプログラムしておき、周波数変換器又はその他の手段にメモリーしておく。以下の説明においては、関数の形でプログラムが規定されている場合を説明する。

図3Aおよび図3Bにおいては、インバータの周波数(Hz)と電流値(A(アンペア))は、 $A = K_1 \times [Hz]^{K_2}$ と規定されている。そして、本例においては試験結果に基づいて得られた係数 $K_1$ 、 $K_2$ の値は、流量比0.7においては $K_1 = 0.001$ であり、流量比1.0においては $K_1 = 0.0014$ とし、いずれの流量比においても $K_2 = 2$ として説明する。すなわち、

$$\text{ツマミ A } A = 0.001 \times Hz^2 \cdots \cdots \text{流量比 } 0.7$$

$$\text{ツマミ B } A = 0.0014 \times Hz^2 \cdots \cdots \text{流量比 } 1.0$$

の2通りメモリーされている場合を例に挙げて説明する。

今、仮に、ツマミBを選択したものとして説明する。

このとき配管の抵抗曲線は図3Aの②であったとする。

ポンプを起動すると、あらかじめ記憶しておいた周波数100Hz(6000rpm)にて運転される。運転点は、抵抗曲線②との交点 $\alpha_1$ (100Hz-15A)となる。この運転点は、あらかじめ記憶した $A =$

$0.0014 \text{ Hz}^2$  ( $A = 0.0014 \times 100^2 = 14 \text{ A}$ ) に比較して、電流値が高い。即ち、周波数  $100 \text{ Hz}$  にとっては、電流値が過大であることを意味している。

そこで、インバータは周波数と電流値を  $A = 0.0014 \text{ Hz}^2$  に合わせるべく減速運転する。即ち、周波数を下げて運転する。

次に、ポンプが減速した結果、 $90 \text{ Hz}$  で運転されたとする。運転点は抵抗曲線②との交点  $\beta_1$  ( $90 \text{ Hz} - 10 \text{ A}$ ) となる。この運転点は、あらかじめ記憶した  $A = 0.0014 \text{ Hz}^2$  ( $A = 0.0014 \times 90^2 = 11.34 \text{ A}$ ) に比較して、電流値が低い。即ち、周波数  $90 \text{ Hz}$  にとっては、電流値が過小であることを意味している。

そこで、インバータは周波数と電流値を  $A = 0.0014 \text{ Hz}^2$  に合わせるべく增速運転する。即ち、周波数を上げて運転する。

上記の結果、ポンプは  $A = 0.0014 \times 95^2 \approx 12.5 \text{ A}$  ( $95 \text{ Hz} - 12.5 \text{ A}$ ) の点  $\gamma_1$  で運転される。

即ち、選択したツマミ B の流量によって運転される訳である。この手法を用いると、配管抵抗の大きさや変動とは無関係に、一定の流量で運転され、且つ、必要最小限の消費電力で運転されるため、循環用ポンプにとって最適である。

尚、図 3 A および図 3 B に真の要項と記載した点  $\delta$  は、例えば温水循環用に用いた場合に、最も好適な熱量を供給する運転点のことである。この点は、あらかじめ計算した運転熱量と若干ずれる場合がある。これは、計算上、余裕を見たりするためである。

この問題を解決するため、インバータの流量選択ツマミの選択できる種類を増やす（図 3 A, 3 B のように A, B の 2 種類でなく例えば 8 種類程度）こともできる。

以上は、一定回転数（一定周波数（Hz））の下で流量が増加する程、軸動力（消費電力及び電流値）が増加するうず巻ポンプの事例である。

図3Aおよび図3Bに示すように、本発明によれば、電磁流量計や圧力計（又は圧力センサー）等を用いることなく、ポンプ単体にて流量を一定に保つことができるため、ユーザは特別の附帯設備を必要とせず、また、バルブの調整等の手間も不要となる。

ところで、上記のように一定回転数（一定周波数）の下で流量が増加するほど軸動力が増加するポンプでは、小流量側で電動機の負荷に余裕が生まれる。即ち、図3Aにおいて、定格周波数100Hzの運転においては、流量比0.7で10A、流量比1.0で14Aの電流値を示す。例えば、電動機の定格電流値が16Aとすると、各々の流量で電動機の負荷に余裕があることになる。そこで、流量比0.7では周波数を112Hzまで、流量比1.0では周波数を106Hzまで增速回転する。この方法を用いることで、前述の制御よりも高揚程域まで定流量性を維持できる。

次に本発明における周波数変換器の実施例について、図4を参照して説明する。図4においては、ポンプ等の流体機械はMで示され、周波数変換器はFで示されている。三相交流を入力として用いる場合、周波数変換器Fは、交流を直流にする整流回路91と整流された電圧を平滑化する平滑コンデンサ92からなるコンバータ部分と、直流から交流に変換するインバータ部93とからなる。直流部分であるコンバータには、補助電源部94と、コンバータ部の直流電圧を検出する電圧検出部95が接続されている。周波数変換器Fは、更に発生周波数と電流値の関係を予め記憶した制御部96を備え、制御部96からPWM信号を出力し、インバータ部93をドライブする。

三相インバータ93の出力部には電流検出センサ98が設けてあり、

検出された電流は検出部 97 により信号に変換されて制御部 96 に入力される。三相インバータ 93 の出力側にはモータ 106 が接続されている。なお、符号 99 は温度センサである。

制御部 96 には、予め発生周波数と電流値を特定する関数をメモリーした ROM と、電流検出部 97 からの信号と ROM の設定内容とを比較して、演算処理を行い所定の PWM 信号を出力させる CPU と、制御 IC が設けられている。

次に、本発明の流量制御に好適なポンプユニットについて図 2 を参照して説明する。図 2 は周波数変換器（インバータ）付全周流型モータポンプを示す断面図である。

本実施形態の全周流型モータポンプは、ポンプケーシング 1 と、このポンプケーシング 1 内に収容されたキャンドモータ 6 と、このキャンドモータ 6 の主軸 7 の端部に固定された羽根車 8 とを備えている。ポンプケーシング 1 はポンプケーシング外筒 2 と、このポンプケーシング外筒 2 の両端にケーシングフランジ 61, 62 によってそれぞれ接続された吸込ケーシング 3 と、吐出ケーシング 4 とからなっている。ケーシングフランジ 61, 62 は外筒 2 に吸込ケーシング 3 及び吐出ケーシング 4 を固定するためのルーズ型のリング状ケーシングフランジを構成している。ポンプケーシング外筒 2、吸込ケーシング 3 および吐出ケーシング 4 はステンレススチール等からなる板金によって形成されている。

外筒 2 の外側面には、ブラケット 45 が取付けられている。そして、ブラケット 45 には周波数変換器組立体 50 が取付けられている。周波数変換器組立体 50 は、ブラケット 45 に取付けられるベース 46 と、ベース 46 に取付けられるカバー 47 と、ベース 46 及びカバー 47 によって囲まれる空間内に配置された周波数変換器（インバータ） 48 と

から構成されている。周波数変換器 4 8 はベース 4 6 に固定された動力系回路 4 9 とカバー 4 7 に固定された制御回路 5 1 とから構成され、動力系回路 4 9 と制御回路 5 1 とは信号線 8 1 によって接続されている。動力系回路 4 9 には電源ケーブル 5 2 が接続されている。

前記プラケット 4 5 およびベース 4 6 には、キャンドモータ 6 と周波数変換器 4 8 をリード線 8 2 によって電気的に接続するための穴 4 5 a および 4 6 a が形成されている。プラケット 4 5 、ベース 4 6 及びカバー 4 7 は、それぞれアルミ合金からなる熱良導体にて構成されている。

一方、キャンドモータ 6 は、固定子 1 3 と、この固定子 1 3 の外周部に設けられたモータフレーム外胴 1 4 と、モータフレーム外胴 1 4 の両開放端に溶接固定されるモータフレーム側板 1 5 、1 6 と、固定子 1 3 の内周部に嵌着され上記モータフレーム側板 1 5 、1 6 に溶接固定されるキャン 1 7 とを備えている。また固定子 1 3 内に回転可能に収容されている回転子 1 8 は主軸 7 に焼き嵌め固定されている。モータフレーム外胴 1 4 と外筒 2 との間には環状空間（流路） 4 0 が形成されている。

また、キャンドモータ 6 のモータフレーム側板 1 6 には、流体を半径方向外方から内方に導くガイド部材 1 1 が保持されている。そして、ガイド部材 1 1 には羽根車 8 を収容する内ケーシング 1 2 が固定されている。また、ガイド部材 1 1 の外周部には、シール部材 8 5 が介装されている。

ガイド部材 1 1 の内端にはライナリング 7 6 が設けられ、このライナリング 7 6 は羽根車 8 の前面部（吸込マウス側）と摺動するようになっている。内ケーシング 1 2 は概略ドーム形状を有し、キャンドモータ 6 の主軸 7 の軸端を覆いかくす形状になっている。この内ケーシング 1 2 は羽根車 8 から吐出された流体を案内するガイドベーン又はボリュート

からなる案内装置 12a を有している。また、内ケーシング 12 は先端部に空気抜き穴 12b を有している。

モータフレーム外胴 14 にはターミナルケース 20 が溶接によって固定されており、このターミナルケース 20 を介してモータフレーム外胴 14 内のコイルからリード線 82 を外部に引出し、ブラケット 45 の穴 45a、ベース 46 のリード線取出穴 46a を介してベース 46 及びカバー 47 内の周波数変換器（インバータ）48 に接続している。前記外筒 2 には穴 2a が形成されており、この穴 2a にターミナルケース 20 が挿入されている。

次に羽根車 8 側の軸受周辺部について説明する。

軸受ブラケット 21 には、ラジアル軸受 22 と、固定側スラスト軸受 23 が設けられている。ラジアル軸受 22 の端面は、固定側スラスト摺動部材としての機能も付与されている。ラジアル軸受 22 と固定側スラスト軸受 23 を挟んで両側には、回転側スラスト摺動部材である回転側スラスト軸受 24 と回転側スラスト軸受 25 が設けられている。回転側スラスト軸受 24 は、スラストディスク 26 に固定され、このスラストディスク 26 はキーを介して主軸 7 に固定されている。回転側スラスト軸受 25 は、スラストディスク 27 に固定され、このスラストディスク 27 はキーを介して主軸 7 に固定されている。

前記軸受ブラケット 21 はモータフレーム側板 16 に設けられたインローに弾性材からなる O リング 29 を介して挿入されている。なお、図中 31 はラジアル軸受 22 と摺動部を形成するスリーブである。

次に反羽根車 8 側の軸受周辺部について説明する。

軸受ブラケット 32 には、ラジアル軸受 33 が設けられている。図中 34 はラジアル軸受 33 と摺動部を形成するスリーブであり、スリーブ

34は座金35に当接し、この座金35は主軸7の端部に設けられたネジおよびダブルナット36によって固定されている。軸受ブラケット32は、モータフレーム側板15に設けられたインローに弾性材からなるOリング37を介して挿入されている。

また、モータフレーム外胴14にはステー43が溶接されており、このステー43と外筒2とは溶接により固定されている。キャンドモータ6の回転数は、周波数変換器48によって商用電源の周波数より高い周波数に変換することにより4000 rpm以上に設定されている。

吐出ケーシング4には吐出ノズル70が溶接によって固定されている。吐出ノズル70は、外径及び肉厚が大きい環状部材からなっている。吐出ノズル70はケーシング本体と同材質のステンレススチール等からなり、その前端面が相手側フランジ（図示せず）とのシール面70sになっている。一方、吐出ノズル70に固定される吐出フランジ71は、ケーシング本体とは異なった材料、例えば、鋳鉄（FC）等からなり、吐出ノズル70に螺合されている。吐出フランジ71は、上部が一部面取りされている。また吐出フランジ71には据付用の脚71Lが一体に形成されている。

また吐出ノズル70には、圧力取出用パイプ72の先端部が螺合されている。圧力取出用パイプ72は、吐出フランジ71の最大外径部を避けた面取り位置に取り付けられている。圧力取出用パイプ72には圧力センサ55が設置されており、圧力センサ55からの信号は信号入力ケーブル56および信号線57を介して制御回路51に入力されている。

また、ケーシング本体を構成する吸込ケーシング3にも同様に吸込ノズル74が固定され、吸込ノズル74に吸込フランジ75が固定されている。吸込フランジ75には脚75Lが一体に形成されている。吐出フ

ランジ 7 1 及び吸込フランジ 7 5 の外径はケーシングフランジ 6 1 , 6 2 の内径よりも大きくなっている。

図 2 に示す全周流型ポンプの作用を簡単に説明すると、吸込ケーシング 3 に接続された吸込ノズル 7 4 より吸い込まれた流体は、吸込ケーシング 3 を通って外筒 2 とキャンドモータ 6 のモータフレーム外胴 1 4 との間に形成された環状流路 4 0 に流入し、この流路 4 0 を通ってガイド部材 1 1 に案内されて羽根車 8 内に導かれる。羽根車 8 から吐出された流体は、案内装置 1 2 a を経て吐出ケーシング 4 に接続された吐出ノズル 7 0 より吐出される。

以上説明したように、本発明によれば、装置を大きくすることなく、高揚程範囲まで流量制御、特に流量一定制御を行うことができる。したがって、本発明は暖房用の温水循環ポンプなどに好適なものとなる。

次に、本発明に係る可変速制御流体機械ユニットの第 2 の実施の形態を図面を参照して説明する。

図 5 A および図 5 B は本発明の基本概念を従来技術と対比して説明する説明図である。本実施形態においては、吐出圧一定制御を例に説明する。図 5 A は従来の吐出圧一定制御を示す図であり、図 5 B は本発明の吐出圧一定制御を示す図である。図 5 A および図 5 B において、横軸は流量 ( $l/min$ ) を示し、縦軸はポンプ吐出圧力 ( $kgf/cm^2$ ) を示す。

図 5 A に示す従来の吐出圧一定制御は、例えば、2 極の誘導電動機を使用した 50 Hz 定格のモータポンプと、インバータ（周波数変換器）から構成され、ポンプを定格周波数以下の減速側で運転することによって行われている。図 5 A において、曲線 A はポンプを定格周波数 (50 Hz) で運転した場合のポンプ特性を示し、曲線 B はポンプを定格周波数 (50 Hz) で運転した場合の軸動力を示す。

即ち、ポンプを定格周波数（50Hz）で運転した場合の締切圧力から、ある値を引いた値、例えば、図5Aでは、締切圧力 $5\text{ kgf/cm}^2$ から $1\text{ kgf/cm}^2$ 引いて、 $4\text{ kgf/cm}^2$ の圧力にて吐出圧一定制御を行う。そして、 $4\text{ kgf/cm}^2$ の吐出圧一定制御の下では、小水量側での運転になる程、曲線A<sub>1</sub>およびA<sub>2</sub>に示すように、50Hzよりも、より低い周波数で運転され減速運転される訳である。従って、圧力の最大設定値は、少なくとも定格周波数（50Hz）における締切圧力よりも低い値にせざるを得なかつた。

これに対して本発明では、小水量側では軸動力に余裕がある分、増速運転することを前提に吐出圧一定制御を行う。

本件出願人は、既に特開平7-167085号において、小水量側でポンプを増速回転させることを提案している。簡単にその内容を説明すると、電動機の電流値を検知して、その値が定格を超えない範囲でモータポンプを周波数変換器を用いて増速運転させる技術である。

本発明は、同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプと、ポンプを駆動する電動機と、電動機の回転数を制御するインバータ（周波数変換器）を備えたポンプユニットであり、軸動力に余裕がある領域では、ポンプを増速回転させることを前提にして、吐出圧一定制御又は推定末端圧一定制御などに代表される圧力制御を行うものである。特に、小水量側でポンプを増速運転させることを前提にして、吐出圧一定制御や推定末端圧一定制御を行うものである。図5Bにおいて、曲線Cはポンプを周波数：50Hzで運転した場合のポンプ特性を示し、曲線Dはポンプを周波数：50Hzで運転した場合の軸動力を示す。また曲線Eはポンプを周波数：50Hzより高い周波数で運転し、増速運転した場合のポンプ特性を示し、

曲線 F はポンプを周波数： 50 Hz より高い周波数で運転し、增速運転した場合の軸動力を示す。

本発明においては、図 5 B に示すように、インバータにより周波数を上げて、小水量側でポンプを增速運転し、曲線 C から曲線 E に近づけていく。これにより、周波数： 50 Hz の締切圧力よりも、高い圧力で吐出圧一定制御などを行うことが可能となる。図 5 B に示す例においては、図 5 A に示す従来技術に示す例 ( $4 \text{ kgf/cm}^2$ ) より高圧の吐出圧力設定値 (5 :  $5 \text{ kgf/cm}^2$ ) が可能となる。即ち、本発明によれば、装置を大きくすることなく、高揚程の圧力制御が可能となる。

また、図 5 B に示す例において、吐出圧  $4 \text{ kgf/cm}^2$  の吐出圧一定制御を行った場合には、従来型よりも大水量まで一定圧力を維持できる。即ち、本発明によれば、従来技術では 1 クラス容量の大きなポンプを使用しなければ実現できない要項を満足することができる。

図 2 に示したポンプユニットは、図 5 B に示す本発明の圧力制御に好適なポンプユニットである。

以上説明したように、本発明によれば、装置を大きくすることなく高揚程の圧力制御を行うことができる。したがって、本発明は給水装置に好適なものとなる。

#### 産業上の利用の可能性

本発明は流量一定制御などに代表される流量制御、又は吐出圧一定制御もしくは推定未端圧一定制御のように圧力制御を行うことができる流体機械ユニットである。本発明は暖房用の温水循環ポンプや給水設備用のポンプに好適に利用される。

### 請求の範囲

1. 同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプに代表される流体機械と、流体機械を駆動する駆動機と、駆動機の回転数を制御する制御装置又は制御機構とを備えた流体機械ユニットにおいて、

軸動力に余裕がある領域では、流体機械を增速回転させることを前提にして、流量一定制御などに代表される流量制御を行うことを特徴とする可変速制御流体機械ユニット。

2. 同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプと、ポンプを駆動する電動機と、電動機の回転数を制御する周波数変換器とを備えたポンプユニットにおいて、

軸動力に余裕がある領域では、ポンプを增速回転させることを前提にして、流量一定制御などに代表される流量制御を行うことを特徴とする可変速制御ポンプユニット。

3. 同一回転数の下では、流量が増加するに従って軸動力が増加する流体機械と、流体機械を駆動する電動機と、電動機の回転数を制御する周波数変換器と、周波数変換器に設けられた周波数及び電流値の検出手段と、周波数変換器に記憶された周波数と電流値の関係を規定するプログラムとを備えた流体機械ユニットにおいて、

実際に運転した場合の周波数及び電流値と、上記プログラムを比較し、流体機械の運転点を上記プログラムに近づけるように周波数変換器の発生周波数が変化するようにして、流体機械の運転圧力が変化しても流量

が略同一となるようにし、かつ各流量設定値に対して、その流量を維持するためにより高い圧力が必要な場合には、あらかじめ規定した定格電流値を超えない範囲において定格周波数よりも高い周波数で電動機を駆動するようにしたことを特徴とする可変速制御流体機械ユニット。

4. 同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプに代表される流体機械と、流体機械を駆動する駆動機と、駆動機の回転数を制御する制御装置又は制御機構を備えた流体機械ユニットにおいて、

軸動力に余裕がある領域では、流体機械を增速回転させることを前提にして、吐出圧一定制御又は推定末端圧一定制御などに代表される圧力制御を行う可変速制御流体機械ユニット。

5. 同一回転数で運転した場合には、小流量側又は大流量側で軸動力に余裕を生じる軸動力特性を持ったポンプと、ポンプを駆動する電動機と、電動機の回転数を制御する周波数変換器を備えたポンプユニットにおいて、

軸動力に余裕がある領域では、ポンプを增速回転させることを前提にして、吐出圧一定制御又は推定末端圧一定制御などに代表される圧力制御を行う可変速制御ポンプユニット。

1/5

FIG. 1A

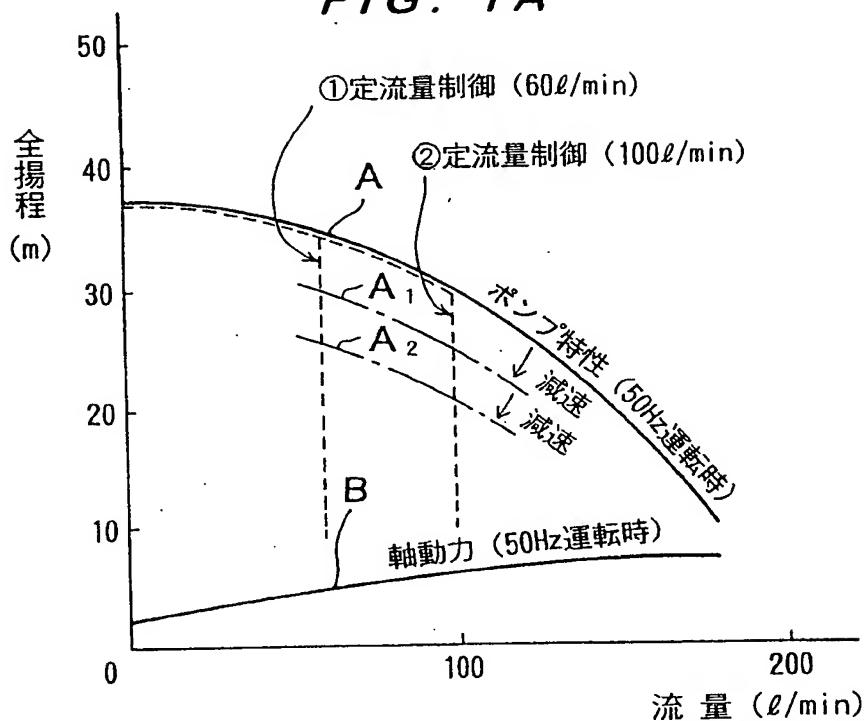
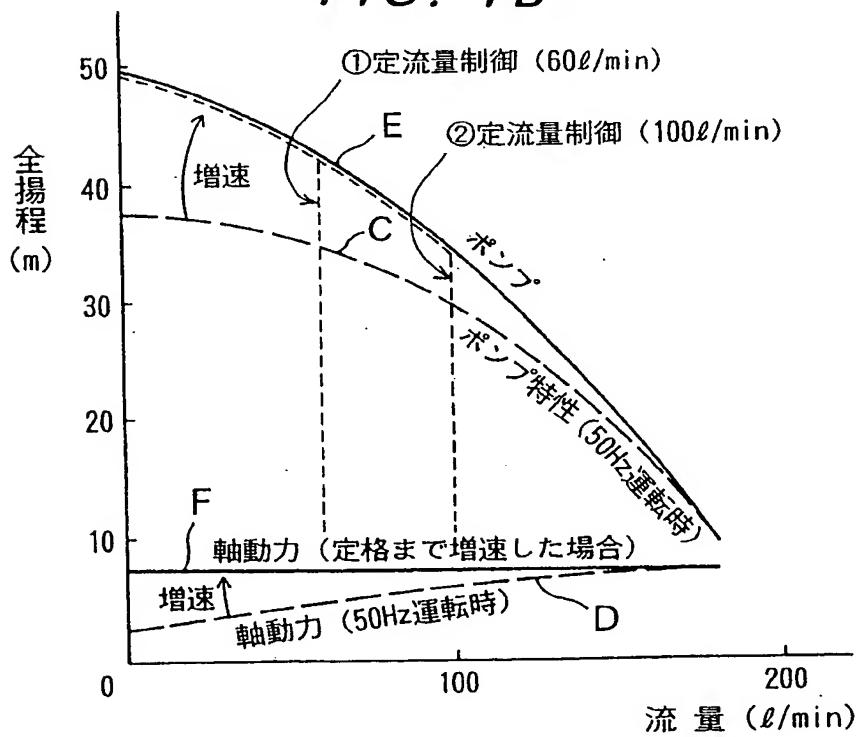
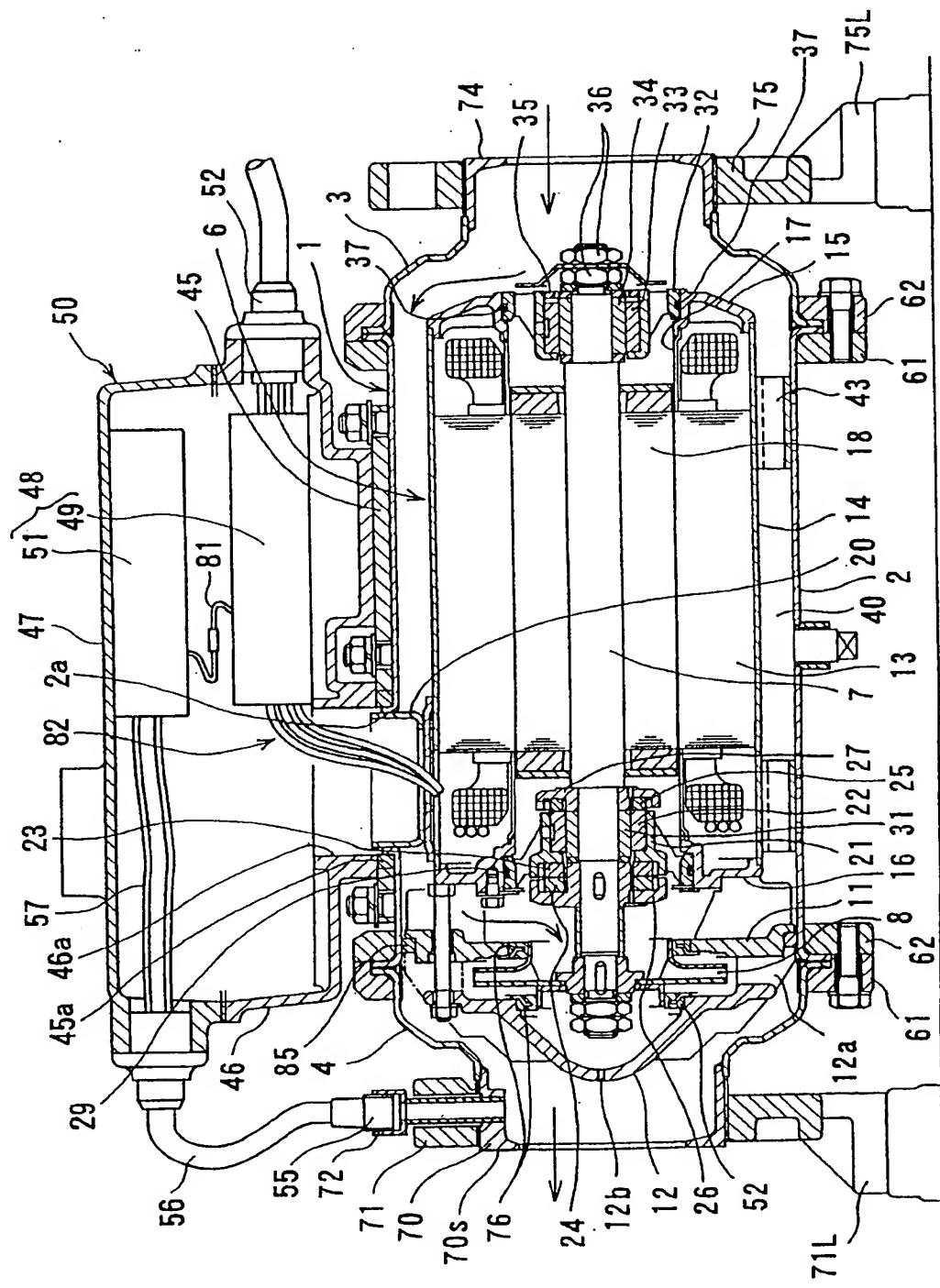


FIG. 1B



2/5

FIG. 2



3/5

FIG. 3A

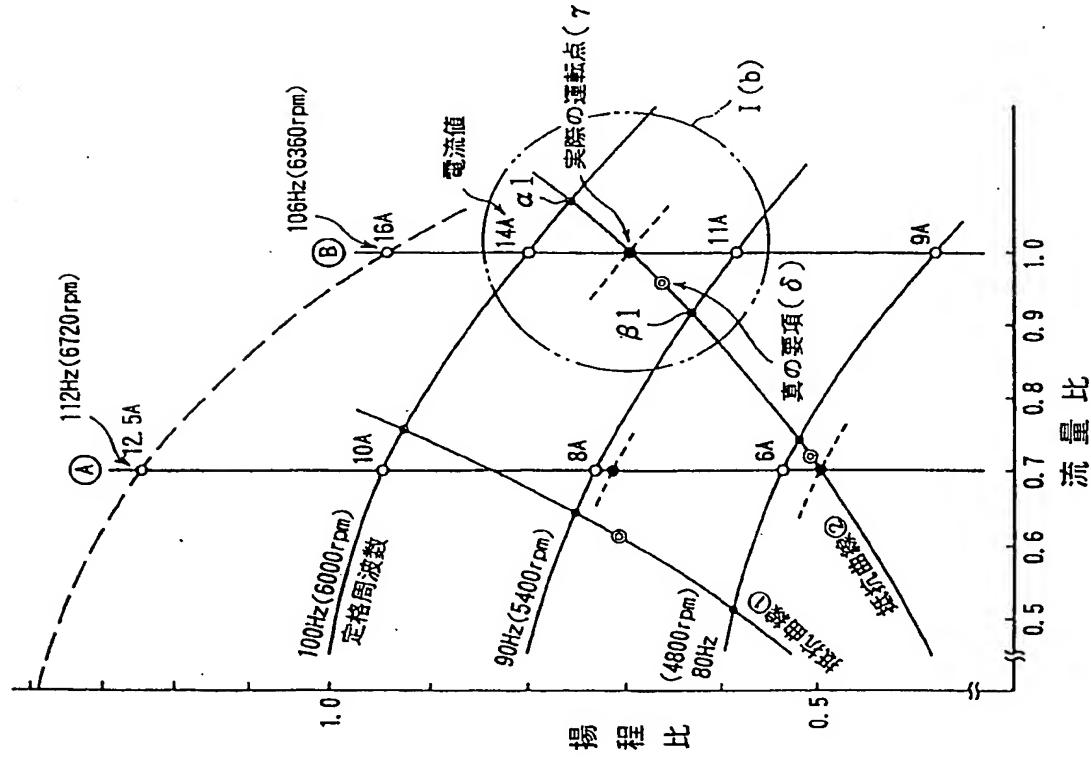
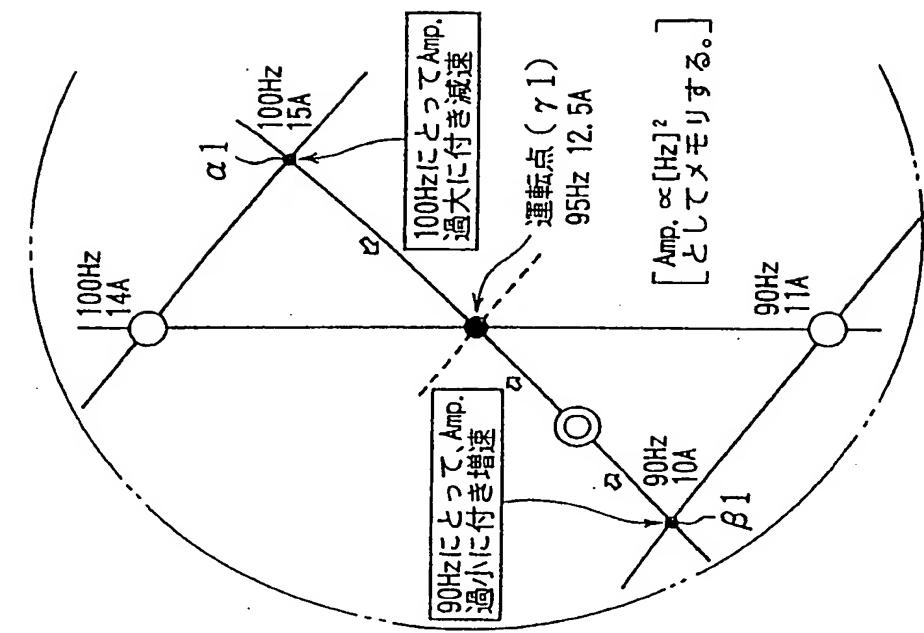
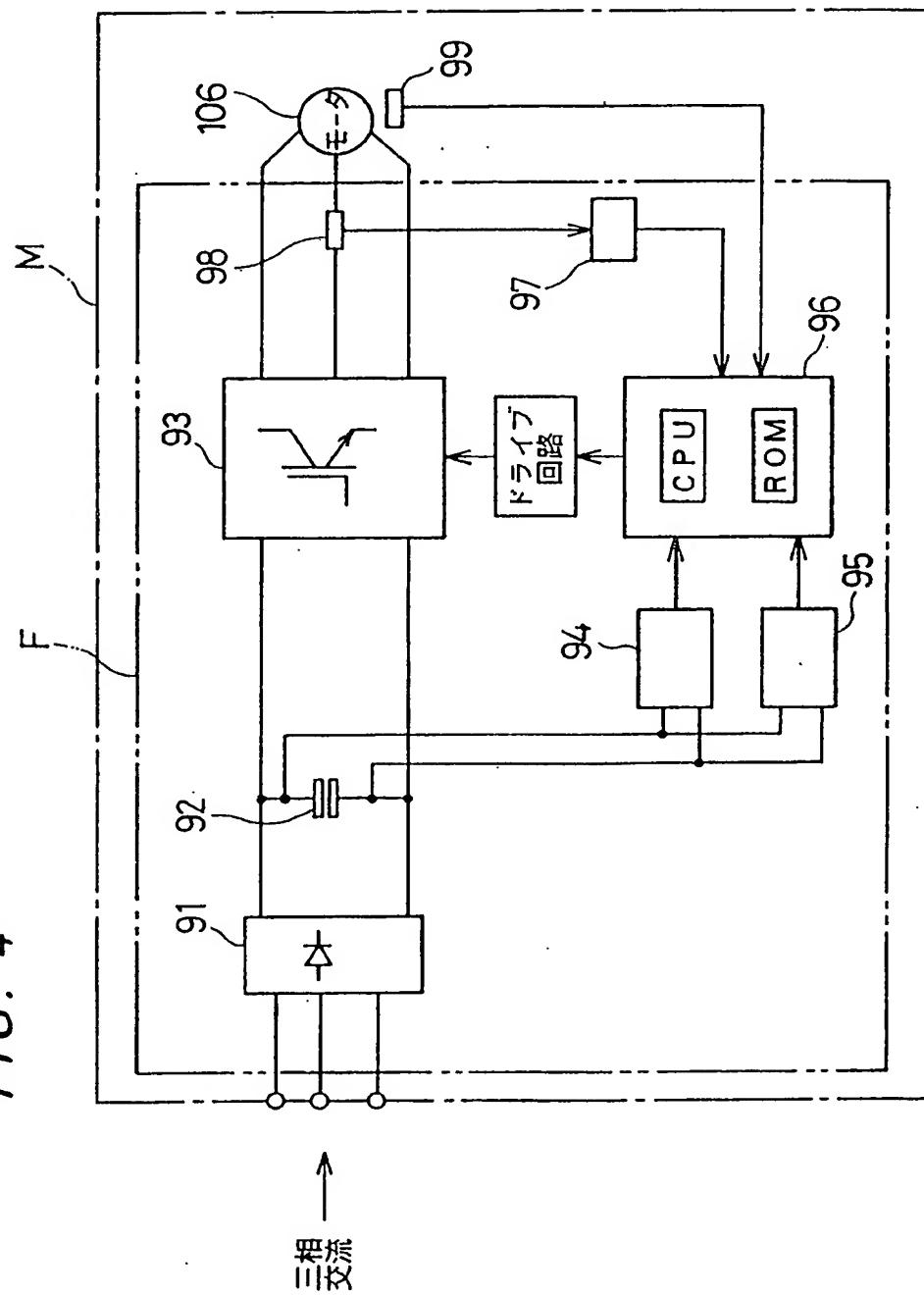


FIG. 3B



4/5

FIG. 4



5/5

FIG. 5A

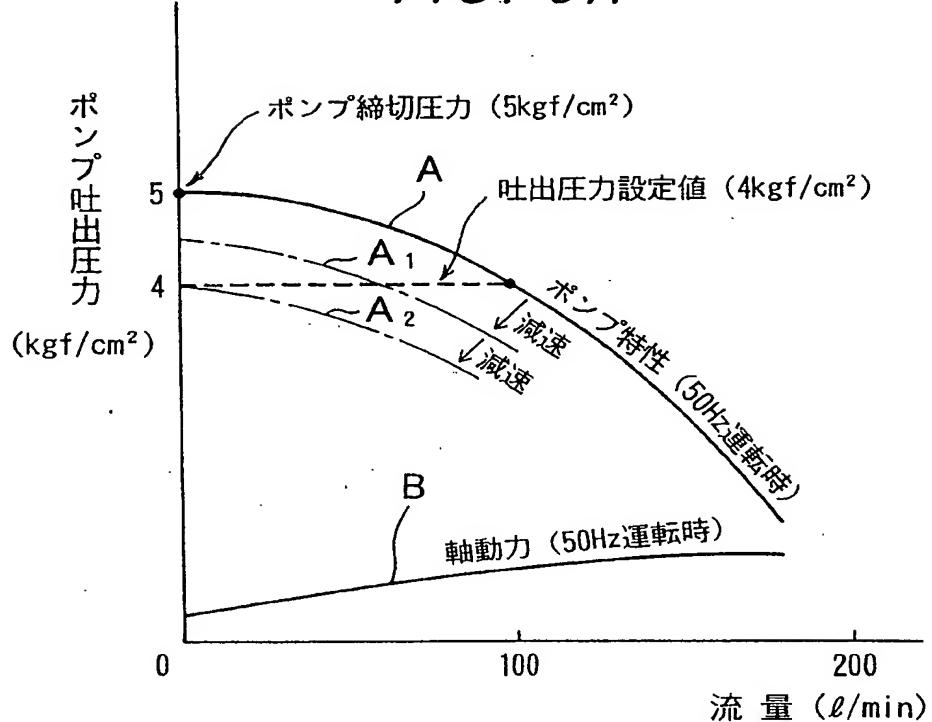
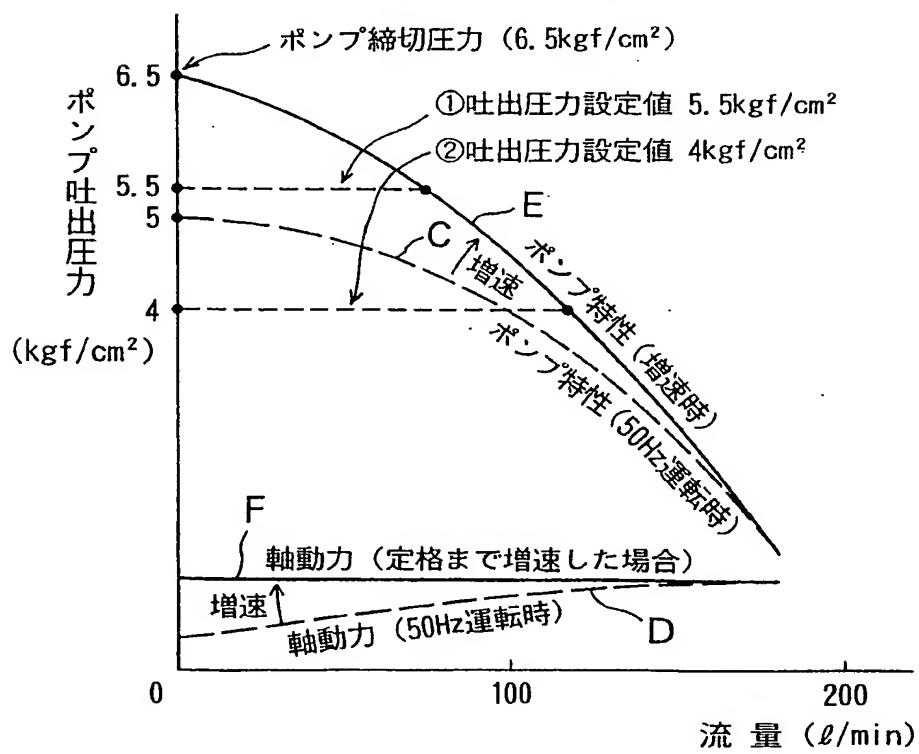


FIG. 5B



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/00943

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> F04D15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>6</sup> F04D15/00-15/02Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1995 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 7-167085, A (Ebara Corp.), 4 July, 1995 (04. 07. 95) (Family: none)	1-5
Y	JP, 59-25099, A (Institut Cerac S.A.), 8 February, 1984 (08. 02. 84) & EP, 100390, B1 & US, 4511312, A	1-5
Y	JP, 2-259296, A (Ishigaki Kikou K.K.), 22 October, 1990 (22. 10. 90) (Family: none)	1-2
Y	JP, 60-142097, A (Ebara Corp.), 27 July, 1985 (27. 07. 85) (Family: none)	3
Y	JP, 60-142097, A (Ebara Corp.), 27 July, 1985 (27. 07. 85) (Family: none)	4-5

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier document but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 25 May, 1999 (25. 05. 99)	Date of mailing of the international search report 8 June, 1999 (08. 06. 99)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/00943

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. F04D15/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. F04D15/00-15/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996  
日本国公開実用新案公報 1971-1995  
日本国実用新案登録公報 1996-1999  
日本国登録実用新案公報 1994-1999

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P、7-167085、A (株式会社荏原製作所) 4. 7月. 1 995 (04. 07. 95) (ファミリーなし)	1-5
Y	J P、59-25099、A (アンステイチュ・スラ・ソシエテ・ アノニム) 8. 2月. 1984 (08. 02. 84) & E P、100390、B1 & U S、4511312、A	1-5
Y	J P、2-259296、A (石垣機工株式会社) 22. 10月. 1990 (22. 10. 90) (ファミリーなし)	1-2
Y	J P、60-142097、A (株式会社荏原製作所) 27. 7 月. 1985 (27. 07. 85) (ファミリーなし)	3

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示す  
もの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日  
以後に公表されたもの  
「I」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行  
日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する  
文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって  
て出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理  
論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで發明  
の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以  
上の文献との、当業者にとって自明である組合せに  
よって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 25. 05. 99	国際調査報告の発送日 08.06.99	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 中村 則夫	3T 9616
電話番号 03-3581-1101 内線 3393		

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	J P、60-142097、A (株式会社荏原製作所) 27. 7 月. 1985 (27. 07. 85) (ファミリーなし)	4-5